Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 4, Winter 2020, p. 437-449

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 11، شماره 4، زمستان 1398، ص. 449-437

تاثیر تغذیه منابع مختلف چربی در اواخر آبستنی و اوایل دوره شیردهی بر قابلیت هضم ظاهری، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و الگوی تغییرات اسیدهای چرب شیر میش‌های افشاری

مهدی قهرمانی[1*]، اکبر تقی‌زاده[2]، علی حسین‌خانی[2]، حمیدرضا میرزایی الموتی[3]، غلامعلی مقدم[2]، حمید پایا[2]

تاریخ دریافت : 1397/10/21
تاریخ پذیرش: 1398/02/07

چکیده

این پژوهش جهت بررسی تأثیر افزودن منابع مختلف چربی بر قابلیت هضم ظاهری، فراسنجه‌های شکمبه و الگوی اسیدهای چرب شیر میش‌های افشاری انجام شد. تعداد 50 رأس میش افشاری با میانگین وزن اولیه 9/29 ± 88/7 کیلوگرم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و 10 تکرار استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل؛ 1-جیره شاهد بدون مکمل چربی؛ 2-جیره حاوی 3 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع؛ 3-جیره حاوی 3 درصد مکمل نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-6؛ 4-جیره حاوی 3 درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-3؛ 5-جیره حاوی 2 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع و 1 درصد فرآورده حاوی اسید لینولئیک مزدوج بود. خوراک مصرفی به طور روزانه و نمونه‌برداری از آن جهت تعیین قابلیت هضم هفته‌ای یک‌بار انجام شد. رفتار خوراک خوردن، تعیین pH شکمبه، فراسنجه‌های شکمبه و نمونه‌برداری از شیر جهت تعیین الگوی اسید چرب شیر بعد از زایش انجام شد. با افزودن منابع چربی ماده خشک مصرفی قبل از زایش کاهش و بعد از زایش افزایش پیدا کرد. قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزودن منابع اسیدهای چرب اشباع کاهش پیدا کرد. رفتار خوراک خوردن و غلظت و نسبت اسیدهای چرب فرار و pH شکمبه تحت تأثیر منابع چربی قرار نگرفت. تیمار حاوی منبع اسیدهای چرب مزدوج باعث افزایش معنی‌دار غلظت اسید لینولئیک مزدوج شیر شد، سایر منابع نیز بصورت عددی باعث افزایش این اسیدچرب شیر شدند. اثرات متفاوتی از منابع چربی بر ماده خشک مصرفی در پیش و پس از زایش مشاهده شد و منابع چربی باعث بهبود ماده خشک مصرفی بعد از زایش شد. افزودن منابع چربی باعث بهبود الگوی اسید چرب شیر شد.

واژگان کلیدی: اسید لینولئیک، اواخر آبستنی، دوره انتقال، روغن پالم، روغن ماهی، میش

مقدمه

دوره انتقال به‌طور مشخص سه هفته قبل از زایش و سه هفته بعداز زایش را شامل می‌شود که به عنوان حساس‌ترین مرحله در چرخه زندگی گوسفند و گاو شیری مطرح است که با تغییرات شدید فیزیولوژیکی و بروز بیماری‌ها در ارتباط است (16). وقوع مشکلامت سلامتی در طی این دوره یکی از عوامل اساسی تأثیرگذار بر عملکرد حیوان پس از زایش می‌باشد. افزایش تقاضا برای انرژی و مواد مغذی برای تولید آغوز و رفع نیازهای متابولیکی که با کاهش اشتها و کاهش خوراک مصرفی همراه است، نقطه شروع قرار گرفتن حیوان در توازن منفی انرژی می‌باشد که پیش زمینه بروز مشکلات بعدی در حول و حوش زایش و پس از زایش می‌باشد (47). گزارش شده است که توازن منفی انرژی در اواخر دوره آبستنی گوسفند منجر به بیماری مسمومیت آبستنی و کتوز می‌شود و احتمال مرگ و میر میش و جنین را افزایش می‌دهد (22). یکی از راه کارهای تغذیه‌ای جهت افزایش غلظت انرژی جیره و حداقل کردن توازن منفی انرژی استفاده از منابع مختلف چربی می‌باشد (31). پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که تغذیه اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه در زمان‌های مختلف به گاو شیری سبب بهبود سیستم ایمنی حیوان پس از زایش (39) و کاهش تجمع چربی در کبد و پیش‌گیری از بروز کبد چرب در دوره انتقال (6) می‌شود، همچنین استفاده از منابع مختلف چربی‌ها می‌تواند منافع مختلفی از جمله بهبود افزایش جذب مواد محلول در چربی، اثرات

1- دانشجوی دکتری گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
2- به ترتیب استاد، دانشیار، استاد و استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
3- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
(*-نویسنده مسئول: Email: m.ghahremani58@gmail.com)
DOI:10.22067/ijasr.v11i4.78462

مثبت فیزیولوژیک، بهبود الگوی اسیدهای چرب فراورده، افزایش بازده انرژی و کاهش تولید متان و کاهش اثرات منفی تنش حرارتی را در پی داشته باشد (30).

امروزه مشخص شده است که اسیدهای چرب غیر اشباع نقش مهمی در سلامت انسان و جلوگیری از بروز بیماری‌های مختلف دارند، به‌خصوص ثابت شده است که اسیدهای چرب مزدوجی که در نتیجه بیوهیدروژناسیون در شکمبه نشخوارکنندگان ساخته می‌شود دارای خواص ضد بیماری می‌باشند (13). در مطالعات انجام شده بر روی میش‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع افزایش غلظت‌های اسیدهای چرب کونژوگه شده در بافت حیوان گزارش شده است (41). بنابراین با توجه به افزایش نرخ چند قلو زایی در گوسفند به دلیل برنامه های اصلاح نژادی در سال‌های اخیر، و بیشتر شدن مشکلات پیرامون زایش، توجه به تغذیه میش-های آبستن در دوره انتقال ضروری می‌باشد. از طرفی اهمیت کیفیت و سلامت محصولات تولیدی صنعت دامپروری برای مصرف کننده-گان در سال‌های اخیر بیشتر شده است، که توجه ویژه به تغذیه دوره انتقال با رویکرد کاهش مشکلات سلامتی و بهبود کیفیت فرآورده را می‌طلبد. در نتیجه هدف از مطالعه حاضر افزودن منابع مختلف اسید-های چرب (، اشباع، امگا 6، امگا 3 و اسیدهای چرب مزدوج) در اواخر دوره آبستنی و اوایل دوره شیردهی میش‌های افشاری برعملکرد شکمبه، قابلیت هضم و رفتار خوراک خوردن میش‌های افشاری و همچنین الگوی اسیدهای چرب شیر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این آزمایش از تعداد 50 رأس میش افشاری با میانگین وزن اولیه 9/29 ± 88/7 کیلوگرم و میانگین تعداد زایش 1/1 ± 2/5 استفاده شد. میش‌ها در جایگاه انفرادی در قالب طرح کاملاً تصادفی به پنج جیره آزمایشی شامل؛ 1- جیره شاهد بدون مکمل چربی؛ 2- جیره حاوی 3 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم) (مگافت)؛ 3-جیره حاوی 3 درصد مکمل نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-6 (روغن سویا) (پرشیافت)؛ 4- جیره حاوی 3 درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-3 (روغن ماهی) (پرشیافت)؛ 5- جیره حاوی 2 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم) (مگافت) و 1 درصد فرآورده حاوی اسید لینولئیک مزدوج (CLA) (BASF آلمان) اختصاص داده شدند. یک هفته دوره عادت پذیری به جایگاه انفرادی و دوره زمانی بین 14 روز قبل از زایش تا 45 روز پس از زایش، جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SRNS (40) و بر اساس توصیه‌های CNCPS-S تنظیم شدند (جدول 1).

جیره‌ها به صورت کاملاً مخلوط در دو وعده در ساعت‌های 8 و 16 به میش‌ها ارائه شد و هر روز باقیمانده خوراک پیش از عرضه وعده صبح از آخور جمع‌آوری و وزن‌کشی شد. دسترسی به آب آزاد بوده و خوراک 5 تا 10 درصد بیشتر از حد اشتها عرضه می‌شد. هر هفته یک بار از خوراک مصرفی برای تعیین ترکیبات آن نمونه‌برداری شد. اندازه‌گیری پروتئین خام، چربی خام و خاکستر نمونه‌های خوراک بر اساس روش‌های آزمایشگاهی بین‌المللی (3) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی از طریق شستشو در شوینده خنثی به مدت یک ساعت (45) انجام گرفت. کربوهیدرات‌های غیر الیافی به روش تفاوت از کسر کردن مجموع چربی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر از صد محاسبه شد (30). قابلیت هضم ظاهری ماده خشک در دستگاه گوارش به روش خاکستر نامحلول در اسید تعیین گردید (44).

اندازه‌گیری تولید شیر در روز 28 انجام شد. بدین منظور در روز نمونه‌گیری، برّه‌ها از مادر جدا شدند و پس از تزریق وریدی اکسی‌توسین (10 واحد بین‌المللی)، شیردوشی انجام شد. یک نمونه از شیر بلافاصله جهت تعیین پروتئین، چربی، لاکتوز و کل مواد جامد بدون چربی با استفاده از دستگاه میلکواسکن (78110; Foss, Hillerod, Denmark)، آنالیز شد. نمونه دیگر برای اندازه‌گیری پروفیل اسیدهای چرب در فریزر و دمای 21- درجه سانتیگراد نگهداری شد. پروفیل اسیدهای چرب شیر با استفاده از دستگاه گازکروماتوگرافی، طیف سنج جرم GC-mass مدل (Agilent, 2001, Palo Alto, CS, USA) تعیین شد. در روز 40 بعد از زایش، برای تعیین رفتارهای خوراک خوردن، رفتارها هر پنج دقیقه یک‌بار ثبت شد که شامل خوردن، ایستادن، ایستاده نشخوار کردن، خوابیدن، خوابیده نشخوار کردن و آب خوردن بود (21). لازم به ذکر است در روز ثبت رفتارها هیچ اقدامی که در رفتار طبیعی میش‌ها اختلال ایجاد کند انجام نشد. در روز 35 بعد از زایش نمونه‌گیری از شکمبه با برداشت مستقیم از مایع شکمبه از طریق شلنگ مری انجام شد، بلافاصله بعد از گرفتن مایع شکمبه pH آن توسط pH متر (Eit ABB Kent Taylor Ltd, Kent Ukraine) تعیین شد، تعیین غلظت اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی مدل (Varian 3400, USA) انجام شد.

داده های حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS و رویه MIXED آنالیز شد. همچنین برای آنالیز مشاهدات تکرار شده از روش اندازه‌گیری‌های تکرارشده در طول زمان[1](با اثرات ثابت تیمار، زمان (روز یا هفته) و اثر متقابل تیمار × زمان) استفاده شد. در ضمن مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد. مدل آماری استفاده شده به شرح زیر می‌باشد.

$$Y_{ij}=\mu+T_i+BW_j+e_{ij}$$

1- Repeated Measurement

جدول1- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (بر اساس 100 درصد ماده خشک)

Table 1- Ingredients and chemical composition of experimental diets (% of DM)

مورد Item	قبل از زایش Before lambing	بعد از زایش After lambing
علف خشک یونجه Alfalfa hay	29.5	28.0
ذرت سیلو شده Corn silage	36.5	30.0
دانه جو Barley	26.5	31.0
کنجاله سویا Soybean meal	5.5	8.0
کربنات کلسیم $CaCO_3$	0.7	1.0
نمک Salt	0.3	0.5
مکمل معدنی-ویتامینی[1] Vitamin and mineral premix[1]	1.0	1.5
ترکیب شیمیایی (محاسبه شده) Chemical composition		
ماده خشک (درصد) Dry matter (percent)	45.10	49.6
پروتئین خام (درصد) Crude protein (percent)	13.36	14.27
انرژی متابولیسمی (مگاکالری در کیلوگرم) Metabolizable Energy (M.Cal/Kg)	2.33	2.35
دیواره سلولی (درصد) NDF (percent)	41.29	38.67
چربی خام (درصد) Crude fat (percent)	2.16	2.10
کلسیم (درصد) Calcium (percent)	0.67	0.85
فسفر (درصد) Phosphorus (percent)	0.27	0.28

[1] ترکیب مکمل معدنی ویتامینی (در هر کیلوگرم): کلسیم 200 گرم، فسفر 90 گرم، منیزیم 60 گرم، کبالت 35 میلی‌گرم، مس 350 میلی‌گرم، ید 150 میلی‌گرم در کیلوگرم، آهن 3000 میلی‌گرم در کیلوگرم، منگنز 2000 میلی‌گرم در کیلوگرم، سلنیم 90 میلی‌گرم در کیلوگرم و روی 3000 میلی‌گرم در کیلوگرم، ویتامین A 500000 واحد بین‌المللی، ویتامین D 100000 واحد بین و ویتامین E 6000 واحد بین‌المللی.

[1]kg of mineral and vitamin mix contained 200 g Ca, 90 g P, 60 g Mg,35 mg Co, 350 mg Cu, 150 mg I, 3000 mg Fe, 2000 mg Mn,, 90 mg Se, 3000 mg Zn, 500,000 IU vitamin A, 100,000, IU vitamin D, 6000 IU vitamin E..

Y= مشاهده، µ = میانگین مشاهدات، T_i= اثر i امین تیمار، BW_j= وزن اولیه (عامل کوواریت)، e_{ij}= اثر اشتباه آزمایشی

نتایج و بحث

ماده خشک مصرفی و قابلیت هضم

نتایج حاصل از تأثیر افزودن منابع مختلف چربی در پیش و پس از زایش بر ماده خشک مصرفی و قابلیت هضم ظاهری در جدول شماره 2 ارائه شده است. در پیش از زایش افزودن منابع چربی اشباع، امگا-6 و امگا-3 باعث کاهش معنی‌دار در ماده خشک مصرفی شد (P<0/01) ولی در تیمار حاوی CLA این تأثیر مشاهده نشد. برخلاف تأثیرات مشاهده شده پیش از زایش افزودن منابع چربی بعد از زایش باعث افزایش معنی‌دار ماده خشک مصرفی شد که این تأثیر در تیمار حاوی CLA از سایر تیمارها بیشتر بود (P<0/01). قابلیت هضم ماده خشک با افزودن منبع چربی اشباع تمایل به کاهش نشان داد (P<0/1) ولی سایر منابع چربی تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک

نداشتند. قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزودن اسیدهای چرب اشباع کاهش معنی‌داری پیدا کرد (P<0/05) ولی اسیدهای چرب غیر اشباع تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی نداشتند. قابلیت هضم پروتئین خام و ماده آلی تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند.

موافق با نتایج این مطالعه با اضافه کردن پنج درصد از روغن کلزا یا کتان به جیره غذایی میش‌ها گزارش شده است که افزودن منابع چربی غیر اشباع باعث افزایش در خوراک مصرفی شد (27). همچنین گزارش شده است که تأثیر منابع مختلف چربی بر ماده خشک مصرفی، ثابت نیست و به عوامل مختلفی از جمله خوشخوراکی، مقدار، منبع، درجه اشباع بودن، طول زنجیر و شکل اسیدهای چرب (تری‌گلیسرید و اسید چرب آزاد) بستگی دارد (15). افزودن روغن به جیره غذایی گاوهای شیری منجر به کاهش خطی مقدار ماده خشک مصرفی می‌شود، البته این کاهش زمانی مشاهده می‌شود که مکمل روغن بیشتر از 5-6 درصد جیره باشد (30). گزارش شده است که هورمون لپتین از بافت آدیپوز ترشح شده و بر میزان خوراک مصرفی تأثیر گذار است (14) با افزودن اسیدهای چرب غیر اشباع به جیره، مقدار ترشح لپتین افزایش پیدا می‌کند (36) که خود دلیل بر کاهش اشتها و کاهش خوراک مصرفی می‌باشد (7). همچنین در یک مطالعه در مقایسه بین خوراندن مکمل چربی اشباع در مقابل غیر اشباع به میش‌های آبستن گزارش شد که میزان بیان ژن لپتین در تیمار حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر بود (12). کاهش ماده خشک مصرفی بعد از وارد کردن مکمل چربی ممکن است ناشی از افزایش زمان نشخوار در نتیجه اثرات منفی بر هضم شکمبه‌ای یا خالی شدن آهسته شکمبه در نتیجه اثرات متابولیکی اسیدهای چرب زنجیر بلند باشد (30). بر خلاف نتایج حاضر در یک مطالعه با اضافه کردن روغن سویا (منبع امگا-6) و روغن ماهی (امگا-3) به جیره گوسفندان ماکویی در قبل از زایش، مقدار خوراک مصرفی تأثیر معنی‌داری نپذیرفت (23).

در رابطه با قابلیت هضم، پانتوجا و همکاران (34) گزارش کردند که با افزودن چربی به خصوص چربی‌های غیر اشباع قابلیت هضم ماده خشک و الیاف کاهش پیدا کرد. دلیل این امر به کاهش جمعیت باکتری های سلولایتیک و پوشش دار شدن مواد خوراکی با روغن ارتباط داده شد (35). جنکینز (20) گزارش کرد که با افزودن مکمل چربی و با افزایش درجه غیر اشباع بودن آن هضم الیاف کاهش پیدا می‌کند و این کاهش به مهار شدن تخمیر میکروبی در شکمبه مربوط است. همچنین مطرح شده است که منابع اسیدهای چرب غیر اشباع برای پروتوزوا و باکتری‌های تجزیه کننده سلولز و متانوژن‌ها سمی بوده و می‌تواند هضم الیاف را کاهش دهد (29)، از طرفی موافق با نتایج این مطالعه در یک متا آنالیز در رابطه با قابلیت هضم الیاف گزارش شده است که اسیدهای چرب زنجیر بلند تأثیر اندکی بر قابلیت هضم الیاف دارند (48). همسو با نتایج این مطالعه آویلا و همکاران (4) و اکبری و همکاران (1) به ترتیب با اضافه کردن 2 و 2/5 درصد روغن گیاهی تأثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی مشاهده نکردند. همچنین در چندین مطالعه دیگر استفاده از منابع مختلف چربی از جمله روغن پسماند آشپزخانه تا 5 الی 6 درصد تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نداشت (5 و 26). در یک مطالعه بر روی بره‌های پرواری با افزودن 6 درصد روغن سویا کاهش قابل توجهی در قابلیت هضم الیاف و ماده خشک مشاهده شد (43) با توجه به وجود تناقضات مختلف در رابطه با تأثیر منابع مختلف چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی در شکمبه نشخوارکنندگان چلیکانی و همکاران (11) پیشنهاد کرده‌اند که میزان تأثیر منابع چربی بر قابلیت هضم به منبع و مقدار مکمل چربی استفاده شده و به اثرات متقابل با سایر اجزای جیره وابسته است، همچنین مطرح شده که منبع علوفه جیره و نسبت علوفه به کنسانتره نیز اثرات متقابلی با تأثیر چربی بر قابلیت هضم می‌تواند داشته باشد (8). تاثیر منفی اسیدهای چرب اشباع بر قابلیت هضم در مطالعه حاضر ممکن است به دلیل اثرات منفی پودر چربی بر میکروارگانیسم های شکمبه و ایجاد پوشش بر روی الیاف و جلوگیری از هضم آن‌ها در شکمبه باشد. همچنین، عدم تاثیر منابع چربی غیر اشباع بر قابلیت هضم ممکن است به دلیل اثرات کلسیمی کردن اسیدهای چرب غیر اشباع و محافظت کردن آن‌ها در شکمبه و جلوگیری از تاثیر منفی آنها بر میکروارگانیسم‌ها و هضم شکمبه‌ای باشد.

رفتارهای خوراک خوردن

نتایج حاصل از تأثیر تیمارهای آزمایشی بر رفتارهای خوراک خوردن در جدول شماره سه ارائه شده است. نتایج نشان داد که افزودن منابع مختلف مکمل روغن به میزان سه درصد در جیره تأثیر معنی‌داری بر هیچ یک از رفتارهای خوراک خوردن گوسفندان افشاری نداشت (P > 0/05) . داده های حاصل از رفتارهای خوراک نشان داد که میش‌ها در شرایط خوبی از نظر رفاه و آسایش قرار داشتند. زیرا گزارش شده است که دام‌هایی که در شرایط آسایش قرار داشته باشند بیشتر وقت خود را (حدود 44 درصد) در حالت خوابیده (خوابیده نشخوار کردن یا بدون نشخوار) می‌گذرانند (43). در مطالعه حاضر به طور میانگین میش‌ها 42 درصد از زمان خود را در 24 ساعت در حالت خوابیده گذراندند. موافق با نتایج این مطالعه در یک مطالعه با افزودن شش درصد از روغن گیاهی به جیره بره‌های پرواری تأثیری از افزودن روغن بر رفتارهای خوراک خوردن بره‌ها مشاهده نکردند (43).

جدول 2- تأثیر افزودن مکمل چربی بر ماده خشک مصرفی (کیلوگرم) و قابلیت هضم ظاهری (درصد)[1]
Table 2- effects of oil supplementation on dry matter intake (Kg) and apparent digestibility (%)[1]

متغیر Variable	تیمارهای آزمایشی[2] Experimental treatments[2] 1	2	3	4	5	SEM	P-value
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم) Dry matter intake (Kg)							
قبل از زایش Before lambing	1.88[a]	1.55[b]	1.65[b]	1.62[b]	1.82[a]	0.04	< 0.01
بعد از زایش After lambing	2.24[a]	2.61[b]	2.53[c]	2.66[b]	2.74[d]	0.02	< 0.01
قابلیت هضم (درصد) Digestibility (%)							
ماده خشک DM	66.43	63.33	65.08	67.30	66.25	0.94	0.07
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	48.97[a]	43.19[b]	44.70[ab]	48.92[a]	47.09[ab]	1.35	0.02
ماده آلی OM	69.30	67.00	69.74	71.48	69.30	1.51	0.42
پروتئین خام CP	77.75	76.79	74.79	77.20	78.05	1.81	0.71

[1] حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار می‌باشد (P <0/05).

[2] تیمارها شامل: 1- جیره شاهد بدون مکمل چربی؛ 2- جیره حاوی 3 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم)؛ 3-جیره حاوی 3 درصد مکمل نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-6 (روغن سویا)؛ 4- جیره حاوی 3 درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-3 (روغن ماهی)؛ 5- جیره حاوی 2 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم) و 1 درصد فرآورده حاوی اسید لینولئیک مزدوج (CLA).

[1]Different letters in each row indicates significant difference (P<0.05).

[2]Treatments include: 1- control (without fat supplement), 2- 3% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil), 3- 3% Ca salt of omega-6 fatty acids (soybean oil), 4- 3% Ca salt of omega-3 fatty acids (fish oil), 5- 2% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil) and 1% CLA.

فراسنجه‌های مایع شکمبه

نتایج حاصل از تأثیر افزودن مکمل چربی بر خصوصیات تخمیر شکمبه در جدول شماره 4 ارائه شده است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که افزودن مکمل چربی بر pH شکمبه تأثیر معنی‌داری ندارد. همچنین غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه نشان داد که غلظت کل اسیدهای چرب فرار شکمبه و نسبت مولی آنها تحت تأثیر افزودن منابع مختلف چربی قرار نگرفت.

در این راستا در توافق با نتایج مطالعه حاضر در اغلب مطالعات انجام شده با افزودن مکمل چربی تأثیر معنی‌داری بر pH شکمبه مشاهده نکرده‌اند (27). همچنین هارواتین و آلن (18) با استفاده از منابع چربی شامل اسیدهای چرب اشباع، حد واسط و غیر اشباع، تأثیر معنی‌داری از منابع چربی بر pH شکمبه مشاهده نکردند ولی نوسانات pH شکمبه با افزایش درجه غیر اشباع بودن به صورت خطی کاهش پیدا کرد. همچنین در یک مرور بر روی مطالعات انجام شده بر روی گاوهای شیری بیان شده است که افزودن منابع مختلف چربی به دلیل نامحلول بودن در محیط شکمبه تأثیر اندکی بر pH شکمبه می‌گذارد (42).

موافق با نتایج این مطالعه در مطالعه با افزودن مقادیر مختلف از روغن ماهی به جیره گوساله‌های پرواری، گزارش شد که مقادیر پایین تأثیری بر غلظت پروپیونات و نسبت استات به پروپیونات ندارد ولی مقادیر بالاتر باعث افزایش پروپیونات شکمبه شد (38). همچنین گزارش شده است که غلظت پرورپیونات شکمبه می‌تواند تحت تأثیر منابع چربی به خصوص اسیدهای چرب زنجیر بلند باشد، زیرا باکتری های آمیلولیتیک درصد بالایی از اسیدهای چرب زنجیر بلند را در ساختار خود دارند (46).

گزارش شده است که منابع چربی به خصوص اسیدهای چرب زنجیر بلند به دلیل سمی بودن برای پروتوزوا و باکتری‌های تجزیه کننده الیاف و متانوژن‌ها باعث کاهش هضم الیاف شده و به دنبال آن کاهش تولید استات و بوتیرات در شکمبه اتفاق می‌افتد. همچنین باکتری‌های تولید کننده پروپیونات توسط این منابع چربی مهار می‌شود (29).

جدول 3- تأثیر افزودن مکمل چربی بر رفتارهای خوراک خوردن بعد از زایش (دقیقه در 24 ساعت شبانه روز)

Table3- effects of oil supplementation on feeding behaviors (min/d).

متغیر Variable	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments[1] 1	2	3	4	5	SEM	P-value
کل زمان جوبدن Total chewing	557.50	567.14	550.50	573.12	548.33	13.51	0.67
زمان خوردن Total feeding	258.50	282.14	256.50	261.25	271.66	10.49	0.39
زمان نشخوار کردن Total ruminating	299.00	285.00	294.00	311.87	276.66	11.15	0.26
ایستاده نشخوار کردن Standing rumination	126.50	132.14	122.00	123.12	108.88	7.63	0.38
خوابیدن بدون نشخوار Lying without Rumination	464.50	444.28	483.50	483.12	457.22	16.14	0.42
خوابیده نشخوار کردن Lying rumination	172.50	152.85	172.00	189.37	167.77	10.35	0.27
زمان ایستادن بدون نشخوار Total standing	336.50	354.28	323.00	311.87	354.44	19.79	0.45
زمان آب خوردن Total drinling	81.50	74.28	83.00	71.25	80.00	3.62	0.14
تعداد وعده های خوراک خوردن (FF) Meal frequency	8.00	7.57	7.80	7.12	7.88	0.61	0.87

[1] تیمارها شامل: 1- جیره شاهد بدون مکمل چربی؛ 2- جیره حاوی 3 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم)؛ 3-جیره حاوی 3 درصد مکمل نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-6 (روغن سویا)؛ 4- جیره حاوی 3 درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-3 (روغن ماهی)؛ 5- جیره حاوی 2 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم) و 1 درصد فرآورده حاوی اسید لینولئیک مزدوج (CLA).

[1]Treatments include: 1- control (without fat supplement), 2- 3% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil), 3- 3% Ca salt of omega-6 fatty acids (soybean oil), 4- 3% Ca salt of omega-3 fatty acids (fish oil), 5- 2% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil) and 1% CLA.

همچنین مطرح شده کاهش در ماده خشک مصرفی در جیره‌های حاوی چربی بالا سبب افزایش در زمان نشخوار می‌شود که سبب تأثیر منفی بر سرعت هضم شکمبه‌ای می‌شود، به‌علاوه سرعت خالی شدن شکمبه را به دلیل اثرات متابولیک اسیدهای چرب زنجیر بلند می‌کاهد در نتیجه میزان تولید پروپیونات کاهش پیدا می‌کند (12). در توافق با نتایج این مطالعه در یک مطالعه با افزایش غلظت روغـن مـاهی بـه عنوان منبع امگا-3 از صفر به 10، 20 و 30 گرم در روز برای بره‌های پرواری غلظت استات و بوتیرات به صورت خطـی کـاهش و غلظـت پروپیونات افزایش پیدا کرد (19). پیشنهاد شده است که دلیل کاهش استات و بوتیرات کاهش در جمعیت باکتری‌های تولید کننده با افزودن منابع چربی غیر اشباع می‌باشد (28). به طور کلی می‌توان گفت وجود تناقض در نتایج مطالعات مختلف در رابطه با تأثیر منـابع چربـی بـر شاخصه‌های تخمیر شکمبه می‌تواند به وجود تفاوت در سـایر اجـزای جیره مربوط باشد که خود می‌تواند عـاملی در جهـت تغییـر جمعیـت میکروبی شکمبه باشد (38).

الگوی اسید چرب شیر

نتایج حاصل از تأثیر منابع مختلف چربی بر چربی و الگوی اسید چرب شیر نشان می‌دهد که افزودن چربی اشباع به تنهایی و به همراه اسیدهای چرب مزدوج باعث افزایش معنی‌دار در درصد چربی شیر شد ($P < 0/05$) (جدول 5). افزودن منبع چربی امگـا-6 باعـث کـاهش غلظت اسیدهای چرب 14 کربنـه و 16 کربنـه و مجمـوع اسـیدهای چرب زنجیر متوسط و اسیدهای چرب اشباع و افزایش اسیدهای چرب زنجیر بلند به خصوص با یک پیوند دوگانه شـد ($P < 0/05$). تیمـار حاوی منبع اسیدهای چرب مزدوج باعث افزایش معنی‌دار غلظت اسید لینولئیک مزدوج شیر شد($P < 0/05$)، سایر منابع نیز باعث افـزایش غلظت اسید لینولئیک مزدوج شیر شدند، اما معنی‌دار نبود.

گزارش شده است که مقدار، درصد و ترکیب اسیدهای چرب شیر گوسفند به نوع نژاد، تغذیه، مرحله شیردهی و شرایط محیطی وابسته است (37). منشأ چربی شیر از اسیدهای چـرب حاصـل از پلاسـمای خون که از روده کوچک و یا بافت ادیپوز (اسیدهای چرب زنجیر بلند) و یا سنتز دنوو از استات و بوتیرات (اسیدهای چرب C4:0 تا C14:0

و بخشی از C16:0) در غدد پستانی حاصل می‌شود. عوامل تغذیه‌ای که تخمیر شکمبه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند الگوی اسید چرب شیر را تغییر دهند.

جدول 4- تأثیر افزودن مکمل چربی بر خصوصیات تخمیر شکمبه

Table 4- Effects of fat supplementation on Rumen characters

متغیر Variable	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments[1]					SEM	P-value
	1	2	3	4	5		
کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول) Total VFA (mM)	76.82	75.33	78.80	83.21	79.87	5.77	0.89
استات (درصد) Acetate (%)	62.99	67.85	65.89	66.55	65.16	2.22	0.66
پروپیونات (درصد) Propionate (%)	18.37	17.13	19.77	19.27	20.04	1.43	0.67
بوتیرات (درصد) Butyrate (%)	12.46	11.03	10.78	10.63	11.99	0.94	0.56
ایزو بوتیرات (درصد) Isobutyrate (%)	1.83	1.62	1.19	1.04	0.72	0.42	0.55
والرات (درصد) Valerate (%)	1.46	1.34	1.30	1.39	1.30	0.09	0.71
ایزو والرات (درصد) Iso valerate (%)	1.39	1.33	1.21	1.41	1.31	0.13	0.84
pH شکمبه Rumen pH	6.82	6.96	6.94	6.87	6.70	0.08	0.23

[1] تیمارها شامل: 1- جیره شاهد بدون مکمل چربی؛ 2- جیره حاوی 3 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم)؛ 3-جیره حاوی 3 درصد مکمل نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-6 (روغن سویا)؛ 4- جیره حاوی 3 درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-3 (روغن ماهی)؛ 5- جیره حاوی 2 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم) و 1 درصد فرآورده حاوی اسید لینولئیک مزدوج (CLA).

[1]Treatments include: 1- control (without fat supplement), 2- 3% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil), 3- 3% Ca salt of omega-6 fatty acids (soybean oil), 4- 3% Ca salt of omega-3 fatty acids (fish oil), 5- 2% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil) and 1% CLA.

در واقع نسبت استات به پروپیونات در مایع شکمبه نقش اساسی را در سنتز اسیدهای چرب شیر نشخوار کنندگان بازی می‌کنند. یکی از راهکارهای تغذیه‌ای که مقدار و الگوی اسیدهای چرب شیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد افزودن منابع مختلف چربی به جیره نشخوارکنندگان می‌باشد (33). در این راستا گزارش شده است که افزودن منابع چربی عبوری مثل اسیدهای چرب کلسیمی باعث افزایش درصد چربی شیر می‌شود، ولی اگر مقدار این منابع چربی به بیش از 90 گرم به ازای هر رأس در روز در جیره گوسفند برسد باعث کاهش درصد چربی شیر می‌شود (37). در مطالعه حاضر نیز با توجه به این‌که میانگین مقدار مکمل چربی مصرفی در تیمارهای دارای مکمل چربی کمتر از 90 گرم در روز به ازای هر راس بود، بنابراین در توافق با نتایج گزارش شده، در تیمارهای حاوی منابع چربی اشباع (تیمار دو و پنج) باعث افزایش معنی‌دار در درصد چربی شیر شد. همچنین در توافق با نتایج مطالعه حاضر گزارش شده است که افزودن منابع کلسیمی اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه حاصل از روغن ماهی (24) و روغن زیتون (2) به جیره‌های میش‌های شیرده باعث کاهش درصد چربی شیر نشد. همچنین نتایج مشابهی در رابطه با تغذیه روغن کتان به بز (32) و گوسفند (10) در رابطه با بی تأثیر بودن بر درصد چربی شیر گزارش شده است.

گزارش شده است که الگوی اسیدهای چرب شیر می‌تواند تحت تأثیر مقدار و نوع اسیدهای چرب جیره قرار بگیرد. (33). در این راستا نتایج مطالعات مختلفی نشان داده اند که همبستگی مثبتی بین مقدار چربی جیره ای غنی از اسید لینولئیک و لینولنیک با غلظت اسیدهای چرب مزدوج شیر وجود دارد (9 و 17). موافق با نتایج مطالعه حاضر گزارش شده است که وقتی که مکمل حاوی اسید لینولئیک مزدوج در تغذیه گاوهای شیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، نسبت $C_{18:1}$ به $C_{18:0}$ کاهش می‌یابد. این نسبت‌ها بیانگر فعالیت آنزیم دلتا 9 دساچوراز پستانی هستند(9).

در یک مطالعه با اضافه کردن 140 گرم روغن سویا به جیره میش‌های شیرده با درصد بالای کنسانتره افزایش معنی‌دار در غلظت اسیدهای چرب مزدوج سیس-9 ترانس-11 لینولئیک اسید به میزان 3/44 درصد گزارش شده است. افزایش این مقدار از اسیدهای چرب

مزدوج در چربی شیر حکایت از بیوهیدروژناسیون کمتر لینولئیک اسید در شکمبه و افزایش جریان دئودنومی حدواسطهای بیوهیدروژناسیون مانند C18:1 ترانس-11 دارد (25). از طرفی ارتباط خطی که بـین ایزومر 11-ترنس C18:1 و اسید لینولئیک مـزدوج 9- سـیس، 11- ترانس در چربی شیر وجود دارد بین پیش سازهای این دو ترکیب نیز دیده می‌شود.

جدول 5- تأثیر افزودن مکمل چربی بر چربی شیر و الگوی اسیدهای چرب شیر (درصد)[1]

Table 5- effects of fat supplementation on milk fatty acids profile (%)[1]

اسیدهای چرب Fatty acids	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments*					SEM	P-value
	1	2	3	4	5		
چربی شیر Milk fat	5.07[a]	5.96[b]	5.33[ab]	5.27[ab]	5.95[b]	0.22	0.02
اسید چرب Fatty acids							
C8:0	2.31	2.76	1.65	1.71	1.78	0.40	0.29
C10:0	9.26	10.78	7.85	8.10	9.24	1.22	0.49
C12:0	4.93	5.34	3.56	3.66	4.34	0.57	0.20
اسیدهای چرب زنجیر کوتاه SCFA	16.51	18.89	13.06	13.47	15.37	1.97	0.29
C14:0	10.22[a]	9.82[ab]	7.19[b]	8.44[ab]	7.25[b]	0.65	0.02
C15:0	1.64	1.48	1.24	1.50	1.18	0.27	0.73
C16:0	31.06[ab]	30.85[ab]	26.80[a]	33.22[ab]	34.19[b]	1.59	0.06
C16:1	0.89	0.83	1.57	1.70	0.85	0.40	0.38
C17:0	1.21[ab]	0.89[ab]	1.60[a]	0.82[b]	1.05[ab]	0.17	0.05
اسیدهای چرب زنجیر متوسط MCFA	45.03[ab]	43.89[ab]	38.42[b]	45.69[a]	44.53[ab]	1.60	0.06
C18:2	3.18	3.41	3.49	4.62	2.50	1.01	0.20
C18:2CLA	0.43[a]	0.54[ab]	0.55[ab]	0.56[ab]	0.73[b]	0.06	0.05
C18:1Cis	20.85[ab]	19.41[ab]	25.66[a]	21.21[ab]	16.93[b]	1.38	0.01
C18:3	0.68	1.01	0.65	0.99	1.04	0.20	0.48
C18:0	10.00[bc]	9.05[bc]	14.85[a]	8.34[c]	13.83[ab]	1.05	<0.01
C20:0	0.43	0.40	0.46	0.41	0.45	0.05	0.92
اسیدهای چرب زنجیر بلند LCFA	35.58[b]	33.84[b]	45.31[a]	36.15[b]	35.49[b]	2.00	0.01
اسیدهای چرب اشباع SFA	71.09	71.40	65.23	66.22	73.34	1.97	0.06
اسیدهای چرب غیر اشباع USFA	26.03[ab]	25.22[ab]	31.93[a]	29.10[ab]	22.06[b]	1.83	<0.01
اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه MUFA	21.74[ab]	20.24[ab]	27.23[a]	22.92[ab]	17.78[b]	1.63	0.02
اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه PUFA	4.29	4.97	4.70	6.18	4.28	0.61	0.24
سایر اسیدهای چرب Other fatty acids	2.87	3.37	2.83	4.67	4.59	0.58	0.12

[1] حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار می‌باشد (P <0/05).

[2] تیمارها شامل: 1- جیره شاهد بدون مکمل چربی؛ 2- جیره حاوی 3 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم)؛ 3-جیره حاوی 3 درصد مکمل نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-6 (روغن سویا)؛ 4- جیره حاوی 3 درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب امگا-3 (روغن ماهی)؛ 5- جیره حاوی 2 درصد پودر چربی محافظت شده اسیدهای چرب اشباع (روغن پالم) و 1 درصد فرآورده حاوی اسید لینوئیک مزدوج (CLA).

[1]Different letters in each row indicates significant difference (P<0.05).

[2]Treatments include: 1- control (without fat supplement), 2- 3% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil), 3- 3% Ca salt of omega-6 fatty acids (soybean oil), 4- 3% Ca salt of omega-3 fatty acids (fish oil), 5- 2% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil) and 1% CLA.

بر اساس بیوهیدروژناسیون شکمبه که به قابل دسترس بودن 11-ترنسC18:1 برای جذب منتهی می شود چنین تصور گردید که بخشی از اسید لینولئیک مزدوج موجود در چربی نشخوارکنندگان بایستی منشا اندوژنوسی داشته باشد لذا چنین فرض گردید که ایزومر اصلی، اسید لینولئیک مزدوج 9- سیس، 11-ترانس بایستی از غیر اشباع شدن 11-ترنسC18:1 توسط آنزیم دلتا 9 دساچوراز، منشأ گرفته باشد (15). همچنین غلظت بالای اسید لینولئیک جیره موجب جلوگیری از هیدروژنه شدن اسید واکسنیک شده و در نهایت منجر به سنتز بیشتر اسید لینولئیک مزدوج در غدد پستانی می‌گردد. این موضوع نشان می‌دهد که اسید لینولئیک به عنوان یک مهار کننده رقابتی در هیدروژناسیون اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه در گروه B باکتری‌های شکمبه‌ای نقش دارد (17). گزارش شده است که میزان تأثیر گذاری روغن‌های معمول مورد استفاده در جیره گوسفند (روغن سویا، کتان، آفتابگردان و گلرنگ) به مقدار استفاده شده آن در جیره و اثرات متقابل آن با سایر اجزای جیره بستگی دارد (33). همچنین گزارش شده است وقتی که روغن‌های گیاهی به صورت آزاد استفاده می‌شوند، تأثیر بیشتری در افزایش نسبت اسیدهای چرب مزدوج شیر دارند، نسبت زمانی که این روغن‌ها به صورت کلسیمی یا از دانه‌های روغنی استفاده می‌شوند (9). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که باتوجه به دلایل ذکر شده افزایش در مقدار اسیدهای چرب مزدوج شیر با افزودن منابع چربی به بیوهیدروژناسیون ناقص اسیدهای چرب در شکمبه ارتباط داد از طرفی با توجه به اینکه در مطالعه حاضر مقدار استفاده مکمل چربی نسبت به مطالعات ذکر شده پایین تر بوده و باتوجه به اینکه منابع چربی غیر اشباع استفاده شده نیز به صورت نمک کلسیمی اسیدهای چرب بوده در نتیجه افزایش اندکی از اضافه کردن منابع امگا-6 و امگا-3 بر مقدار اسیدهای چرب مزدوج شیر مشاهده شد. از طرفی یکی دیگر از عوامل افزایش دهنده مقدار اسیدهای چرب مزدوج شیر زمانی که اسیدهای چرب غیر شباع در جیره استفاده می شود بالا بودن نسبت کنسانتره به خصوص کربوهیدرات های غیر الیافی جیره می‌باشد (33) بنابراین یکی دیگر از عوامل عدم تأثیر اندک منابع امگا-6 و امگا-3 بر میزان اسیدهای چرب مزدوج شیر در مطالعه حاضر ممکن است بالا بودن نسبت علوفه به کنسانتره (66 به 34 درصد) باشد.

نتیجه‌گیری کلی

افزودن منابع مختلف چری در پیش و پس از زایش اثرات متفاوتی بر روی خوراک مصرفی داشت و باعث بهبود ماده خشک مصرفی بعد از زایش شد، همچنین اثرات اندکی از افزودن منابع چربی به میزان 3 درصد در جیره گوسفندان افشاری بر روی رفتار، هضم و تخمیر شکمبه مشاهده شد. افزادن منابع چربی باعث بهبود الگوی اسیدهای چرب شیر شد.

منابع

1. Akbari-Pabandi, K., and H. R. Mirzaei-Alamouti. 2015. Effects of feeding frequency and plant oil supplementation on performance and feeding behavior of Holstein lactating cows. Iranian Journal of Animal Production, 17: 119-129. (In Persian)
2. Antongiovanni, M., P. Secchiari, M. Mele, A. Boccioni, A. Serra, G. Ferruzzi, S. Rapaccini, And A. Pistoia. 2002. Olive oil calcium soaps and rumen protected methionine in the diet of lactating ewes: effect on milk quality. Italian Journal of Animal Science, 1:55-63.
3. AOAC International. 2000. Official Methods of Analysis. Vol. I. 17th ed. AOAC International, Arlington, VA.
4. Avila, C. D., E. J. DePeters, H. Perez-Monti, S. J. Taylor, and R. A. Zinn. 2000. Influences of Saturation Ratio of Supplemental Dietary Fat on Digestion and Milk Yield in Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 83:1505–1519.
5. Awawdeh, M. S., B. S. Obeidat, and R. T. Kridli. 2009. Yellow grease as an alternativeenergy source for nursing awassi ewes and their suckling lambs. Animal Feed Science and Technolgy, 152:165–174.
6. Badiei, A., A. Aliverdilou, H. Amanlou, M. Beheshti, E. Dirandeh, R. Masoumi, F. Moosakhani, and H. V. Petit. 2014. Postpartum responses of dairy cows supplemented with n-3 fatty acids for difference duration during the peripartal period. Journal of Dairy Science, 97:6391-6399.
7. Ban-Tokuda, T., C. Delavaud, Y. Chilliard, and T. Fujihara. 2008. Plasma leptin, feed intake and body fat accumulation in fattening castrated male and female lambs. Animal Science Journal, 79:58-67.
8. Benchaar C., G. A. Romero-Perez, P. Y. Chouinard, F. Hassanat, M. Eugene, H. V. Petit, and C. Cortes. 2012. Supplementation of increasing amounts of linseed oil to dairy cows fed total mixed rations: effects on digestion, ruminal fermentation characteristic, protozoal populations, and milk fatty acid composition. Journal of Dairy Science, 95:4578–4590.
9. Bodas, R., T. Manso, A. R. Mantecón, M. Juárez, M. A. De La Fuente, and P. Gómez-Cortés. 2010. Comparison of the fatty acid profiles in cheeses from ewes fed diets supplemented with different plant oils. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 58:10493-502.
10. Caroprese, M., M. Albenzio, A. Bruno, V. Fedele, A. Santillo, and A. Sevi. 2011. Effect of solar radiation and

flaxseed supplementation on milk production and fatty acid profile of lactating ewes under high ambient temperature. Journal of Dairy Science, 94:3856-3867.
11. Chelikani P.K., J. A. Ball, and J. J. Kennelly. 2004. Effect of feeding or abomasal infusion of canola oil in Holstein cows 1. Nutrient digestion and milk composition. Journal of Dairy Research, 71: 279–287.
12. Coleman, D. N., K. D. Murphy, and A. E. Relling. 2018. Prepartum fatty acid supplementation in sheep. II. Supplementation of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid during late gestation alters the fatty acid profile of plasma, colostrum, milk and adipose tissue, and increases lipogenic gene expression of adipose tissue. Journal of Animal Science, 96(3): 1181–1204.
13. Connor, W. E. 2000. Importance of n−3 fatty acids in health and disease. The American Journal of Clinical Nutrition, 71: 171-175.
14. Contreras, G. A., C. Strieder-Barboza, and W. Raphael. 2017. Adipose tissue lipolysis and remodeling during the transition period of dairy cows. Journal of Animal Science and Biotechnology, 8:41-53.
15. Dhiman, T. R., L. D. Satter, M. W. Pariza, M. P. Galli, K. Albright, and M. X. Tolosa. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. Journal of Dairy Science, 83: 1016- 1027.
16. Drackley, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier. 1999. Journal of Dairy Science, 82:2259–2273.
17. Gómez-Cortés, P., A. Bach, P. Luna, M. Juárez, and M. A. De La Fuente. 2009. Effects of extruded linseed supplementation on n-3 fatty acids and conjugated linoleic acid in milk and cheese from ewes. Journal of Dairy Science, 92: 4122-4134.
18. Harvatine, K. J., and M. S. Allen. 2006. Effects of Fatty Acid Supplements on Ruminal and Total Tract Nutrient Digestion in Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 89:1092–1103
19. Hernández-García, P. A., G. D. Mendoza-Martínez, N. Sánchez, J. A. Martínez-García, F. X. Plata-Pérez, A. Lara-Bueno, and S. M. Ferraro. 2017. Effects of increasing dietary concentrations of fish oil on lamb performance, ruminal fermentation, and leptin gene expression in perirenal fat. Brazilian Journal of Animal Science, 46(6):521-526.
20. Jenkins, T. C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. Journal of Dairy Science, 76:3851.
21. Kargar, S., M. Khorvash, G. R. Ghorbani, M. Alikhani, and W. Z. Yang. 2010. Short communication: effects of dietary fat supplements and forage: concentrate ratio on feed intake, feeding, and chewing behavior of Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science, 93: 4297–4301.
22. Kellems, R. O., and D. C. Church. 2002. Livestock feeds and feeding, Thed. Pearson Hall, New Jersey.
23. Khalilvandi, H., and R. Pirmphammadi. 2016. Effects of feeding different fatty acid profiles in transition period on weight change, milk production and composition, nutrient digestibility, rumen parameters and population of some of rumen microorganisms in Makui ewes. 7th Iranian Congress of Animal Sciences. (In Farsi)
24. Kitessa, S. M., D. Peake, R. Bencini, and A. J. Williams. 2003. Fish oil metabolism in ruminants: III. Transfer of *n*-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) from tuna oil into sheep ′ s milk. Animal Feed Science and Technology, 108:1-14.
25. Kucuk, O., B. W. Hess, and D. C. Rule. 2004. Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flow of fatty acids in limit-fed lambs. Journal of Animal Science, 82:2985-2994.
26. Maia, M. O., I. Susin, E. M. Ferreira, C. P. Nolli, R. S., Gentil, A.V. Pires, and G. B. Mourão. 2012. Intake, nutrient apparent digestibility and ruminal constituents of sheepfed diets with canola, sunflower or castor oils. Revista Brasileira de Zootecnia, 41 (11): 2350–2356.
27. Majewska, M. P., R. Miltko, G. Bełżecki, J. Skomiał, and B. Kowalik. 2017. Supplementation of Rapeseed and Linseed Oils to Sheep Rations: Effects on Ruminal Fermentation Characteristics and Protozoal Populations. Czech Journal of Animal Science, 62(12): 527–538.
28. Marinova, P., T. Popova, V. Banskalieva, E. Raicheva, M. Ignatova, and V. Vasileva. 2007. Effect of fish oil supplemented diet on the performance, carcass composition and quality in lambs. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 13:729-737.
29. McAllister T. A., E. K. Okine, G. W. Mathison, and K. J. Cheng. 1996. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. Canadian Journal of Animal Science, 76: 231–243.
30. NRC .2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
31. NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new world camelids. 1st ed. Washington DC, USA: National Academies Press; 135.
32. Nudda, A., G. Battacone, A. S. Atzori, C. Dimauro, S. P. G. Rassu, P. Nicolussi, P. Bonelli, and G. Pulina. 2013. Effect of extruded linseed supplementation on blood metabolic profile and milk performance of Saanen goats. Animal, 7:1464-1471.
33. Nudda, A., G.Battacone1, O. B. Neto, A. Cannas, A. Helena, D. Francesconi1, A. S. Atzori1, G. Pulina. 2014.

Feeding strategies to design the fatty acid profile of sheep milk and cheese. Revista Brasileira de Zootecnia, 43(8):445-456.

34. Pantoja, J., J. L. Firkins, M. L. Eastridge, and B. L. Hull. 1994. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 77:2341–2356.
35. Patra, A. K. and Z. Yu. 2013. Effects of coconut and fish oils on ruminal methanogenesis, fermentation, and abundance and diversity of microbial populations in vitro. Journal of Dairy Science, 96: 1782–1792.
36. Puglisi, M. J., A. H. Hasty, and V. Sarasw. 2011. The role of adipose tissue in mediating the beneficial effects of dietary fish oil. Journal of Nutritional Biochemistry, 22:101-108.
37. Pulina, G., A. Nudda, G. Battacone, and A. Cannas. 2006. Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. Animal Feed Science and Technology, 131:255-291.
38. Shingfield, K. J., M. R. F. Lee, D. J. Humphries, N. D. Scollan, V. Toivonen, and C. K. Reynolds. 2010. Effect of incremental amounts of fish oil in the diet on ruminal lipid metabolism in growing steers. British Journal of Nutrition, 104:56–66.
39. Silvestre, F. T., T. S. Carvalho, N. Francisco, J. E. P. Santos, C. R. Staples, T. Jenkins, And W. W. Thatcher. 2011. Effects of differential supplementation of fatty acids during the peripartum and breeding period of Holsteins cows. I. uterine and metabolic responses. Reproduction and lactation. Journal of Dairy Science, 94:189-204.
40. Tedeschi, L. O., A. Cannas, and D. G. Fox. 2010. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. Small Ruminant Research, 89: 174-184.
41. Toral, P. G., G. Hervás, P. Gómez-Cortés, P. Frutos, M. Juárez, M. A. Fuente. 2010. Milk fatty acid profile and dairy sheep performance in response todiet supplementation with sunflower oil plus incremental levels of marine algae. Journal of Dairy Science, 93:1655–1667.
42. Useni, B. A., C. J. C. Muller, and C. W. Cruywagen. 2018. Pre- and postpartum effects of starch and fat in dairy cows: A review. South African Journal of Animal Science, 48 (No. 3).
43. Van Cleef, F. O. S., J. M. B. Ezequiel, A. P. D'Aurea, M. T. C. Almeida, H. L. Perez, E. H. C. B. van Cleef. 2016. Feeding behavior, nutrient digestibility, feedlot performance, carcasstraits, and meat characteristics of crossbred lambs fed high levels of yellow grease or soybean oil. Small Ruminant Research, 137:151–156.
44. Van Keulen, V., and B. H. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 26: 119-135.
45. Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74:3583–3597.
46. Vlaeminck, B., V. Fievez, S. Tamminga, R. J. Dewhurst, A. Van Vuuren, D. De Brabander, D. Demeyer, 2006. Milk odd- and branched-chain fatty acids in relation to the rumen fermentation pattern. Journal of Dairy Science, 89: 3954–3964.
47. Wankhade, P. R., A. Manimaran, A. Kumaresan, S. Jeyakumar, K. P. Ramesha, V. Sejian, D. Rajendran, and M. R. Varghese. 2017. Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review. Veterinary World, 10(11): 1367–1377.
48. Weld, K. A., and L. E. Armentano. 2017. The effects of adding fat to diets of lactating dairy cows on total-tract neutral detergent fiber digestibility: A meta-analysis. Journal of Dairy Science, 100:1–14.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 4, Winter 2020, p. 437-449

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 11، شماره 4، زمستان 1398، ص. 449-437

The effects of different fat sources during late pregnancy and early lactation on apparent digestibility, rumen parameters, and milk fatty acid pattern of Afshari ewes

M Ghahremani[1*], A Taghizadeh[2], A Hosseinkhani[2], HR Mirzaei Alamouti[3], GH Moghaddam[2] and H Paya[2]

Received: 11-01-2019
Accepted: 27-04-2019

Introduction: Negative energy balance in pregnant ewes during last of gestation could result in fatal pregnancy toxemia and affects ewe and lamb health. Fat supplementation of the diet is an efficient mean to increase energy concentration of diet and modify body weight, body condition score, milk yield, fat content and fatty acid composition in lactating ruminants. Addition of fats to ruminant diets provides preformed fatty acids (FA) which are directly available for milk fat synthesis in dairy cows and small ruminants. Much of the research attempted to obtain milk fat with healthier properties by increasing milk concentration of specific human health promoting fatty acids. Although mechanisms of action are unclear and its use in humans is controversial, CLA is still of particular interest because of its speculated role in preventing human health problems and increasing the nutritive and therapeutic value of milk. Therefore, this study contacted to investigate effects of different fat sources and CLA during late-pregnancy and early lactation on DMI, rumen metabolites and milk fatty acid pattern of Afshari ewes.

Materials and Methods: Fifty Afshari ewes were assigned randomly to one of the five experimental diets with ten replicates in a completely randomized design; 1- control (without fat supplement), 2- 3% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil), 3- 3% Ca salt of omega-6 fatty acids (soybean oil), 4- 3% Ca salt of omega-3 fatty acids (fish oil), 5- 2% protected fat powder of saturated fatty acids (palm oil) and 1% CLA in a completely randomized design. Diets were fed between 14 days before and 45 days after lambing. Dry matter intake was measured daily, feed compound and milk composition was measured weekly. Milk fatty acid profile was determined using Gas Chromatography. Feeding behaviors were recorded every 5 minutes in 40 day of experiment. Rumen samples were taken directly from the rumen fluid through the esophagus and concentration of volatile fatty acids determined using a gas chromatography. Data were analyzed using SAS statistical software and MIXED procedure.

Result and discussion: In **prepartum**, the addition of saturated fat, omega-6, and omega-3 significantly reduced the dry matter intake, but this effect was not observed in CLA containing treatments ($P <0.01$). In the postpartum period, the addition of fat resources caused a significant increase in dry matter intake ($P <0.01$). NDF digestion decreased significantly by adding protected fat powder of saturated fatty acids ($P <0.05$), but not affected by other treatments. It has been reported that the effect of different fat sources on the dry matter is not constant and depends on various factors such as palatability, amount, source and degree of saturation, chain length and fatty acid stile (triglyceride and free fatty acid). The results showed that adding different sources of fat supplementation to 3% in diet did not have a significant effect on feeding behaviors of Afshari sheep. Animal-derived data showed that ewes were in good condition in terms of comfort. Rumen volatile fatty acid profile and pH after lambing were not affected by feeding different fat sources. In agreement with the results of this study, most studies no reported a significant effects on rumen pH with the addition of fat supplement. Adding protected fat powder of saturated fatty acids alone and, along with conjugated fatty acids, increased a significant increase in milk fat percentage. The addition of omega-6 fatty acids resulted in a reduction in the short, medium, and saturated fatty acid fatty acids, and the increase of medium chain fatty acids. The addition of omega-3 fatty acids did not have a significant effect on the fatty acid model of milk compared to the control treatment. The addition of conjugated fatty acids resulted in a significant increase in the concentration of

1-PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2-Professor , Associate Professor, Professor and Assistant Professor respectively, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3-Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
*Corresponding author: Email: m.ghahremani58@gmail.com
DOI:10.22067/ijasr.v11i4.78462

conjugated linoleic acid in milk. It has been reported that the pattern of milk fatty acids can be affected by the amount and type of fatty acids in the diet.

Conclusion: Dry matter was reduced by fat supplementation resources before lambing and increased afterward. Reduction in dry matter digestibility and dietary fiber was observed with saturated fat sources. Rumen pH and VOLATILE FATTY ACIDS (VFA) were not affected by feeding different fat sources. Adding conjugate fatty acids in the diet, increased the conjugate linoleic acid (CLA) concentration in the milk. In general, supplementing fat sources to the **prepartum** diets increased dry matter intake (DMI) after parturition and conjugated fatty acids resulted in a significant increase in the concentration of conjugated linoleic acid in milk.

Key words: Fish oil, Linoleic acid, Palm oil, Periparturient period, Late gestation, Ewe